

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-178574

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

F28F 1/40  
F25B 39/00

(21)Application number : 06-326646

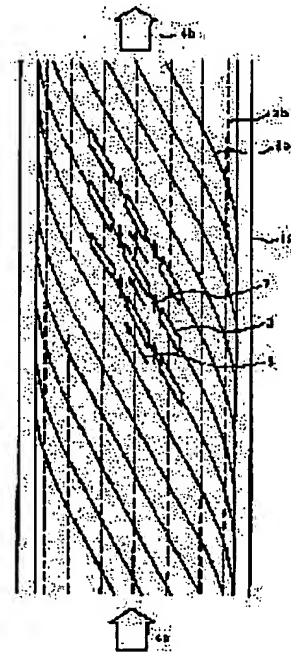
(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 28.12.1994

(72)Inventor : ITO MASAOKI  
UCHIDA MARI  
KUDO MITSUO  
OTANI TADAO**(54) CROSS-GROOVED INSIDE SURFACE HEAT TRANSFER TUBE FOR MIXED REFRIGERANT AND HEAT EXCHANGER USING THE SAME****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a cross-grooved inside surface heat transfer tube having high heat transfer performance for mixed refrigerant and a heat exchanger using the same.

**CONSTITUTION:** By providing a sub-groove 1b in parallel with a tube axis or providing a bun 3 on a three-dimensional protrusion within a cross-grooved heat transfer tube, refrigerant flow is guided into the sub-groove 1b. In a heat exchanger using the heat transfer tube, change is made in intermediate part so as to make the number of refrigerant passes at outlet side smaller than that at inlet side. A concentration boundary layer formed on the three dimensional protrusion, therefor, becomes thinner so that the cross-grooved heat transfer tube having high heat transfer performance can be provided. With the change of the refrigerant pass mass velocity can be kept as high as possible so that a heat exchanger for mixed refrigerant having high heat transfer performance can be provided.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-178574

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 8 F 1/40		D		
F 2 5 B 39/00		Q		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-326646

(22)出願日 平成6年(1994)12月28日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 伊藤 正昭

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 内田 麻理

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 混合冷媒用内面クロス溝付き伝熱管及びそれを用いた熱交換器

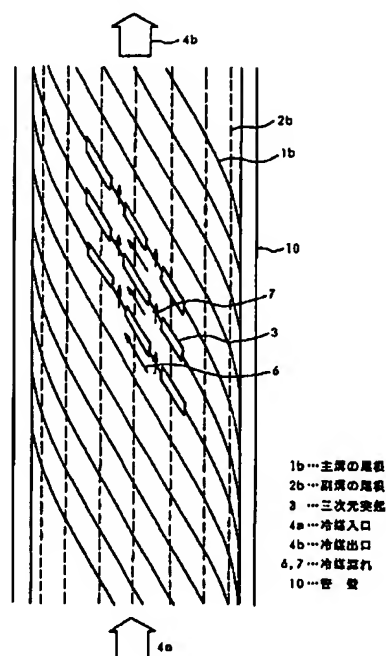
(57)【要約】

【目的】本発明は、混合冷媒に対して高い伝熱性能を持つクロス溝付き伝熱管及びそれを用いた熱交換器を提供することを目的とする。

【構成】クロス溝付き伝熱管内の、副溝1bを管軸に平行に設ける、あるいは、三次元的な突起にバリ3を設けることにより、副溝1b内に冷媒流れを誘導する。また、この伝熱管を用いた熱交換器において、冷媒パス数を入口側より出口側が少なくなるように途中で変更する。

【効果】三次元的な突起上に形成される濃度境界層が薄くなり、高い伝熱性能を持つクロス溝付き伝熱管を提供することができる。さらに、冷媒パスの変更により、質量速度をできるかぎり高く保つことができ、その結果、高い伝熱性能を有する混合冷媒用熱交換器を提供することができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器あるいは蒸発器に使用される内面らせん溝付き伝熱管において、該伝熱管の内面に主溝を管軸に対して角度 7～25 度に形成するとともに、副溝を管軸に対し平行に設けたことを特徴とする混合冷媒用内面クロス溝付き伝熱管。

【請求項 2】混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器あるいは蒸発器に使用される内面らせん溝付き伝熱管において、該伝熱管の内面に主溝を管軸に対して角度 7～25 度に形成するとともに、副溝を主溝と交差するように設け、該副溝に冷媒の流れが副溝方向に曲がるように、主溝を加工するときに残された三次元的な突起に加工時に凸状の変形部分を形成したことを特徴とする混合冷媒用内面クロス溝付き伝熱管。

【請求項 3】作動媒体として非共沸の混合冷媒を用いたヒートポンプ冷凍サイクルに用いられるものであって、請求項 1 又は 2 に記載のクロス溝付き伝熱管を用いるとともに、凝縮器として用いる時の冷媒入口パス数を、冷媒出口パス数より多くなるように構成したことを特徴とする混合冷媒用熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、混合冷媒を作動流体とする冷凍機、空調機に用いられる熱交換器に係わり、特に、凝縮器あるいは蒸発器あるいはそれに用いるのに好適な伝熱管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】HFC-22（ハイドロクロロフルオロカーボン 22 の略）などの単一冷媒を作動流体として用いる従来の冷凍機、空調機の熱交換器用伝熱管としては、平滑管の他に図 2 に示すようなシングル溝を有する内面らせん溝付き管が用いられていた。また、主溝と副溝が交差するクロス溝付き管としては、単一冷媒を対象として、特開平 3-234302 号公報に記載のものが提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の内面シングル溝らせん溝付き管は、単一冷媒に対して優れた伝熱性能を有する。しかし、HFC-22 の代替冷媒として有力視されている混合冷媒に対しては、単一冷媒に対してほどの効果が得られない。従来の内面らせん溝付き管を用いた時の凝縮熱伝達率の比較を図 3 に示す。曲線 a は、単一冷媒を内面シングル溝らせん溝付き管に用いた時の実験結果であり、曲線 b は、混合冷媒を内面シングル溝らせん溝付き管に用いた時の実験結果である。図 3 から分かるように、混合冷媒を用いた時の凝縮熱伝達率は、単一冷媒の熱伝達率より明らかに低下し、特に質量速度が小さいときの低下が著しい。なお、この実験では、混合冷媒として、HFC-32（ハイドロフルオロカーボ

ン-32 の略）、HFC-125、HFC-134a を各々 30、10、60 wt % ずつ混合したものを用いた。

【0004】本発明の第 1 の目的は、混合冷媒に対して、高い伝熱性能を有する伝熱管を提供することにある。

【0005】本発明の第 2 の目的は、この伝熱管を効果的に用いた混合冷媒用の熱交換器を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記第 1 の目的を達成するために、本発明の伝熱管は、混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器あるいは蒸発器に使用される内面らせん溝付き伝熱管において、該伝熱管の内面に主溝を管軸に対して角度 7～25 度に形成するとともに、副溝を管軸に対し平行に設けたことを特徴とするものである。

【0007】又、混合冷媒を用いた冷凍サイクルの凝縮器あるいは蒸発器に使用される内面らせん溝付き伝熱管において、該伝熱管の内面に主溝を管軸に対して角度 7～25 度に形成するとともに、副溝を主溝と交差するように設け、該副溝に冷媒の流れが副溝方向に曲がるように、主溝を加工するときに残された三次元的な突起に加工時に凸状の変形部分を形成したことを特徴とするものである。

【0008】上記第 2 の目的を達成するために、本発明の熱交換器は、作動媒体として非共沸の混合冷媒を用いたヒートポンプ冷凍サイクルに用いられるものであって、請求項 1 又は 2 に記載のクロス溝付き伝熱管を用いるとともに、凝縮器として用いる時の冷媒入口パス数を、冷媒出口パス数より多くなるように構成したことを特徴とするものである。

## 【0009】

【作用】上記のように構成しているため、内面クロス溝付き伝熱管において、副溝を管軸に平行に設けること、あるいは主溝と副溝との間に残された三次元的な突起にバリを設けることにより、副溝内を流れる冷媒の流れを誘導することができ、各三次元的な突起の先端から濃度境界層が新たに形成され、その結果、混合冷媒に対して高い熱伝達率を有する伝熱管を実現することができる。

【0010】又、伝熱性能が低下する領域で、冷媒質量速度を高めることができるので、平均して高い冷媒側熱伝達率を有する混合冷媒用熱交換器を実現することができる。

## 【0011】

【実施例】本発明の実施例を説明する前に、以下、従来の例の問題となる現象について図 13 から図 21 により説明する。図 13 は、通常空調用熱交換器に用いられている内面らせん溝付き管の横断面図である。この溝付き管内を混合冷媒（例えば、HFC-32、HFC-125、HFC-134a の 3 種類の混合冷媒）が流れ

て、凝縮する場合を考える。図15は、管内を流れる冷媒ガスの流れる方向を示している。管中心付近の冷媒ガスは、冷媒入口4aおよび冷媒出口4bの方向に流れるが、管壁近くの冷媒ガスは、主溝1aおよび主溝の尾根1bに導かれて、主溝1aの方向6に流れる。混合冷媒の場合には、比較的凝縮しやすい冷媒と比較的凝縮しにくい冷媒が存在するので、比較的凝縮しやすい冷媒が先に凝縮して液体になり、比較的凝縮しにくい冷媒はガスのまま残って、濃度境界層を形成する。図16に示すように濃度境界層5は、主溝1aに沿って形成される。この濃度境界層5は連続しているため、図17に示すように次第に厚くなり、比較的凝縮しやすい冷媒が管壁に拡散するのを妨げる働きをする。その結果、凝縮熱伝達率が低下する。

【0012】混合冷媒の凝縮熱伝達率を改善するためには、濃度境界層5を分断する必要がある。その一手段として、図18に示すクロス溝付き管を用いることが、有効である。図18に示すようにクロス溝付き管は、主溝1aと、主溝1aに交差する副溝2aとが設けられており、残った主溝1aの尾根は分断されて、三次元的な突起3を形成する。図19は、図18に示すクロス溝付き管の縦断面図であり、矢印6は冷媒の流れ方向を示している。すなわち、主溝1aの尾根1bは、副溝2aによって分断され、三次元的な突起3を形成するが、三次元的な突起3の方向が、主溝1aの方向に一致しているため、冷媒の流れは、ほとんど主溝1aの方向6に向かい、ごくわずかの冷媒が副溝2aの方向である矢印7の方向に向かう。

【0013】図20には、三次元的な突起3に沿って形成される濃度境界層5を示す。濃度境界層は、シングル溝の場合と同様に次第に厚くなり、分断された三次元的な突起の効果は顕著には表れてこない。従って、クロス溝付き管にただけでは、混合冷媒の性能低下を十分に改善することはできない。

【0014】三次元的な突起3の効果を発揮させる一つの方法は、図21に示すように、三次元的な突起の距離を離すことである。このように構成すれば、三次元的な突起の先端から濃度境界層が新たに形成されるが、その反面、伝熱面積が減少してしまうため、総合性能はあまり向上しない。

【0015】以下、本発明の各実施例により、狭い副溝2bでも副溝2bに沿って流れる冷媒の流れ7を誘導する伝熱管の構造について述べる。

【0016】本発明の第1の実施例を図1及び図2により説明する。図2は、本実施例のクロス溝付き伝熱管の溝の間の濃度境界層を示す図である。図2から分かるように、副溝2bを管軸と平行に設けている。伝熱管の中心付近を流れる冷媒は、冷媒入口4aおよび冷媒出口4bの方向に流れ、この方向は、管軸の方向と一致する。このため冷媒は、管軸方向に流れようとする。副溝2b

を管軸と平行に設けることにより、副溝内を流れる冷媒は増し、図11に示すように、各三次元的な突起3からそれぞれ新しい濃度境界層5が形成され、高い凝縮熱伝達率を得ることができる。このとき、伝熱管の縦断面図である図1に示されるように、管軸に沿って設けられた副溝内を管壁近くの冷媒が流れる。

【0017】本発明の第2の実施例を図3から図7により説明する。図3は本実施例であるクロス溝付き伝熱管の溝の間の濃度境界層を示す図である。

【0018】本実施例では、図3に示すように、三次元的な突起3に、冷媒の流れを誘導するバリ3a、3bを設けている。主溝に沿う冷媒流れ6を副溝の方向7に曲げるように、三次元的な突起3の先端部のバリ3aと後端部のバリ3bとは、逆の方向に設けられている。図5は、伝熱管の縦断面図であり、主溝に沿う冷媒流れ6が、副溝の方向7へ、三次元突起3に付けられたバリ3a、3bによって曲げられる様子を示している。

【0019】ここで、主溝と副溝との関係について考察する。主溝のねじれ角度 $\beta_1$ を20度とした時、主溝と副溝の交差角度 $\theta$ 、あるいは副溝のねじれ角度 $\beta_2$ を横軸にとって、熱伝達率を表すと図6に示すfのような曲線となる。曲線fは、副溝のねじれ角度 $\beta_2$ が0度のとき、すなわち、副溝が管軸に平行の時に、極大値を持つ。この極大値を持つ理由は、つぎのように説明できる。

【0020】副溝への冷媒の流入量は曲線gで示されるように、主溝と副溝の交差角度 $\theta$ が小さくなるほど増していき、それとともに熱伝達率が向上する。しかし、副溝のねじれ角度 $\beta_2$ が小さくなり、ついには負になると、図6に示すように、主溝と副溝とがほとんど交差しなくなる。その結果、三次元的な突起の代表長さが長くなり、熱伝達率は低下する。この傾向を図6に曲線hで示す。曲線gと曲線hとが逆の傾向になっているので、両者の影響を合わせると、曲線fのようになり、極大値を持つことになる。従って、副溝のねじれ角度 $\beta_2$ は、厳密には0度にする必要はなく、±5度程度の範囲の間で、十分に高い性能を維持することができる。

【0021】図4は、本実施例の結果の一例で、曲線bは従来のシングル溝付き管の実験結果、曲線cは本発明のクロス溝付き管の結果である。質量速度が広い範囲にわたって、熱伝達率が向上していることが明らかである。

【0022】以上、主に凝縮を例にとって述べてきたが、本発明は蒸発の場合にも同様の効果を発揮する。すなわち、本実施例によれば、混合液が副溝に吸い込まれるため、三次元的な突起から新たな濃度境界層が形成され、蒸発の場合にも高い熱伝達率を得ることができる。

【0023】次に、この伝熱管を混合冷媒用熱交換器に用いた場合の実施例について図8から図12により説明する。

【0024】図8は、クロスフィンチューブ形熱交換器とよばれるもので、多数の平行に置かれたフィン12に伝熱管13が挿入されている。フィンの表面には、空気側の熱伝達率を向上させるために、ルーバ14が設けられることが多い。空気は、11の方向から流入し、フィン間を流れる。このような熱交換器に用いる伝熱管13として、上記の実施例で説明した伝熱管は好適である。

【0025】図9は、単一冷媒、H C F C-22をシングル溝付き管に流したときの平均凝縮熱伝達率と、混合冷媒を上記実施例で述べたクロス溝付き管に流したときの平均凝縮熱伝達率との比較した図である。図9から分かるように、質量速度が $300 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ 付近の時は、差がないが、質量速度が $100 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ になると、上記実施例のクロス溝付き管を使用しても、熱伝達率が低下する。これを防ぐひとつの方法は、できるかぎり質量速度の大きな領域を使うことである。

【0026】図10は、横軸に乾き度をとり、縦軸に局所凝縮熱伝達率をとって質量速度の影響を示した図である。乾き度 $x$ が小さくなる、すなわち液冷媒が多くなると、局所凝縮熱伝達率は低下する。しかし、乾き度が小さい領域では、圧力損失も小さいので、冷媒流量を増やすことができる。図10には、乾き度が大きい領域では、質量速度 $120 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ で流し、乾き度が小さい領域では、質量速度 $240 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ で流す例が示されている。このように、冷媒流路の途中で質量速度を変化させることにより、高い平均熱伝達率を得ることができる。

【0027】冷媒流路の途中で質量速度を変化させるには、冷媒パス数を変えれば良い。図11にその一例を示す。ガス冷媒は、冷媒入口17aと17bの二つの入口から流入し、リターンベンド15aおよびヘアピンベンド15bを経て合流パイプ16に至る。ここで、合流した冷媒は、1パスとなった冷媒管の中を高い質量速度で流れ、冷媒出口18に至る。これを模式的に示すと図12に示すようになり、冷媒通路が2パスから1パスへと変化している。

【0028】図11に示すフィンには、分割スリット12cが設けられている。その目的は、混合冷媒では、凝縮や蒸発の過程で温度が変化するので、フィンを介しての熱伝導を阻止することである。

【0029】また、上記実施例の伝熱管を、図8に示すようなクロスフィンチューブ形熱交換器に組み立てる場合、伝熱管とフィンを密着させる必要があるが、従来は、伝熱管をマンドレルで機械拡張することが多かった。しかし、上記実施例の伝熱管は複雑な形状をしているので、機械拡張による変形のため、性能が大幅に低下することが懸念される。そこで、上記実施例の伝熱管を拡張するためには、液圧拡張を用いることが望ましい。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、混合冷媒用クロス溝付

き伝熱管内の、主溝に沿う冷媒流れを副溝の方向に曲げることができ、その結果、高い熱伝達率を有する混合冷媒用伝熱管を提供することができる。図4は、本発明の結果の一例で、曲線bは従来のシングル溝付き管の実験結果、曲線cは本発明のクロス溝付き管の結果である。質量速度が広い範囲にわたって、熱伝達率が向上していることが明らかである。

【0031】また、本発明によれば、熱交換器の途中で冷媒パス数を変化させ、できるかぎり質量速度を高く維持するので、高い伝熱性能を有する混合冷媒用熱交換器を提供することができる。

【0032】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す伝熱管の縦断面図である。

【図2】本実施例のクロス溝付き伝熱管の溝の間の濃度境界層を示す図である。

【図3】本発明の他の実施例であるクロス溝付き伝熱管の溝の間の濃度境界層を示す図である。

【図4】従来の伝熱管と本実施例のクロス溝付き伝熱管との性能を比較した図である。

【図5】本実施例の伝熱管の縦断面図である。

【図6】副溝のねじれ角度と熱伝達率の関係を示す図である。

【図7】交差角度 $\theta$ とねじれ角度 $\beta$ の関係を示す図である。

【図8】クロスフィンチューブ形熱交換器の斜視図である。

【図9】H C F C-22を用いた従来溝付き管と混合冷媒を用いた本実施例の伝熱管の性能比較を示した図である。

【図10】本実施例の熱交換器の冷媒側の熱伝達率の変化を示した図である。

【図11】本実施例の熱交換器の冷媒パスの配列の一例を示す側面図である。

【図12】本実施例の熱交換器の冷媒パス数の変化を示す図である。

【図13】従来の伝熱管の横断面図である。

【図14】従来の伝熱管に対する単一冷媒と混合冷媒の性能比較図である。

【図15】従来の伝熱管の溝付近の冷媒流れを示す斜視図である。

【図16】従来の伝熱管の縦断面図である。

【図17】従来の伝熱管の溝の間の濃度境界層を示す図である。

【図18】クロス溝付き伝熱管の溝付近の冷媒流れを示す図である。

【図19】クロス溝付き伝熱管の縦断面図である。

【図20】クロス溝付き伝熱管の溝の間の濃度境界層を示す図である。

7

8

【図21】間隔の広いクロス溝付き伝熱管の溝間の濃度境界層を示す図である。

【符号の説明】

1a…主溝、1b…主溝の尾根、2a…副溝、2b…副溝の尾根、3…三次元突起、3a…三次元突起の先端部のバリ、3b…三次元突起の後端部のバリ、4a…冷媒入口、4b…冷媒出口、5…濃度境界層、6…主溝に沿\*

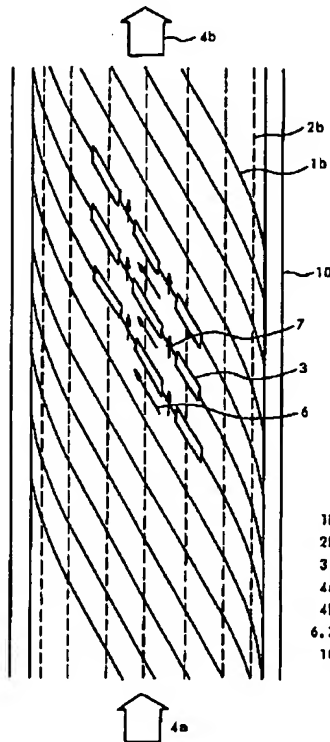
\*う冷媒の流れ、7…副溝に沿う冷媒の流れ、10…管壁、11…空気流、12…フィン、12a…上流側フィン、12b…下流側フィン、12c…分割スリット、13…パイプ、14…ルーバ、15a…リターンベンド、15b…ヘアピンベンド、16…合流パイプ、17a…冷媒入口、17b…冷媒出口、18…冷媒出口、19…冷媒通路2パス部、20…冷媒通路1パス部。

【図1】

【図2】

【図15】

図 1

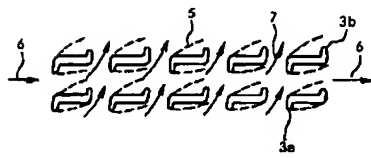


1b…主溝の尾根  
2b…副溝の尾根  
3…三次元突起  
4a…冷媒入口  
4b…冷媒出口  
6, 7…冷媒流れ  
10…管壁

凝縮熱伝達率

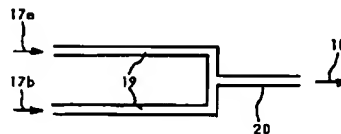
【図3】

図 3



【図12】

図 12



【図13】

図 13

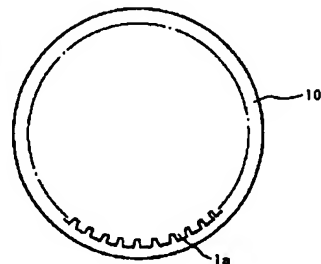
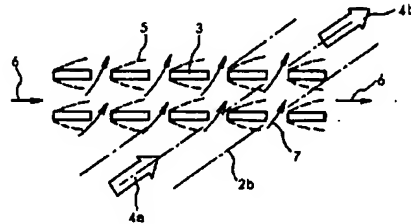


図 2



【図4】

図 4

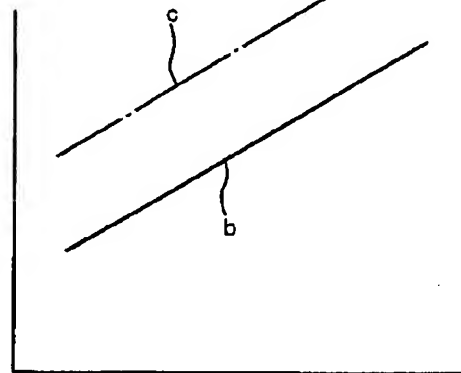
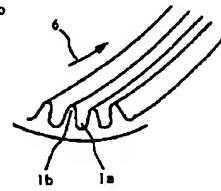
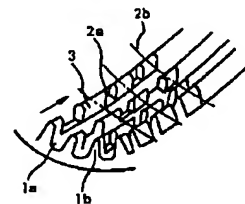


図 15



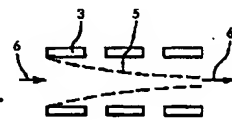
【図18】

図 18



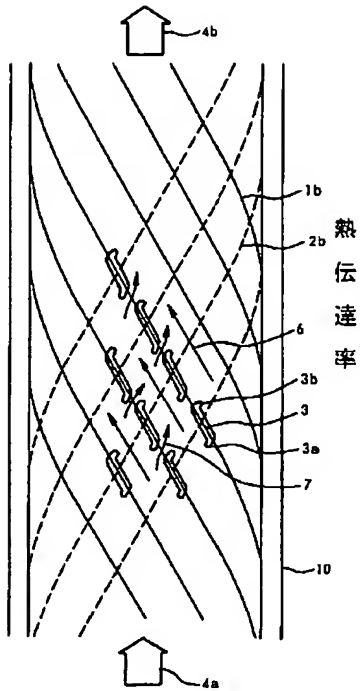
【図20】

図 20



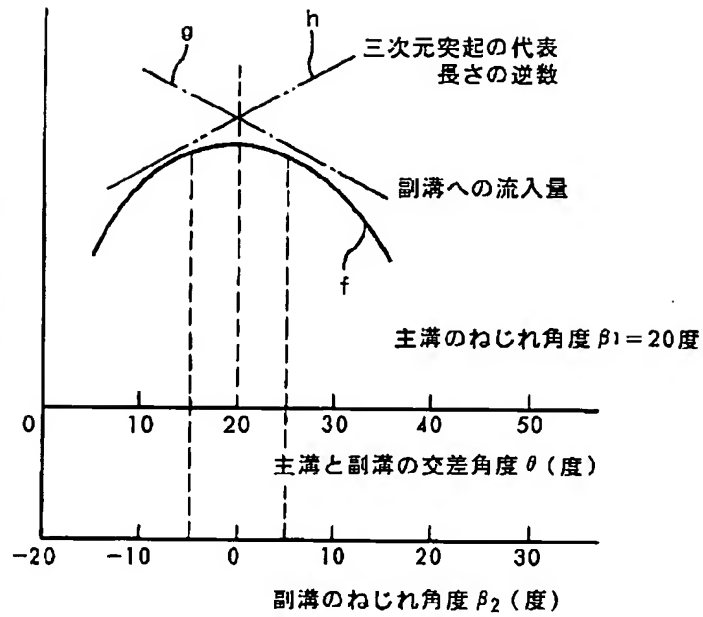
【図5】

図 5



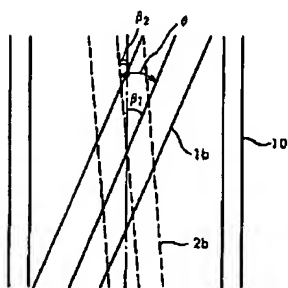
【図6】

図 6



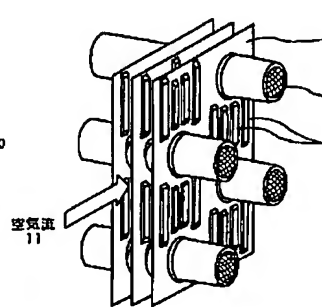
【図7】

図 7



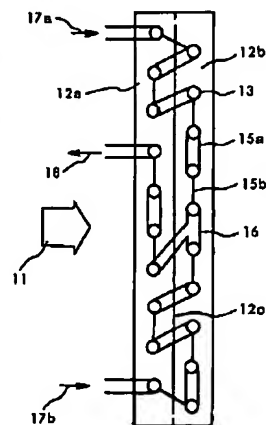
【図8】

図 8



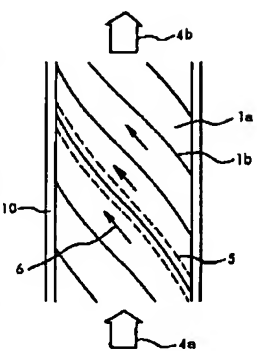
【図11】

図 11



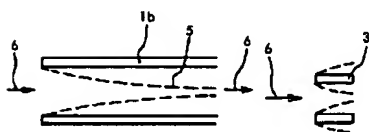
【図16】

図 16



【図17】

図 17



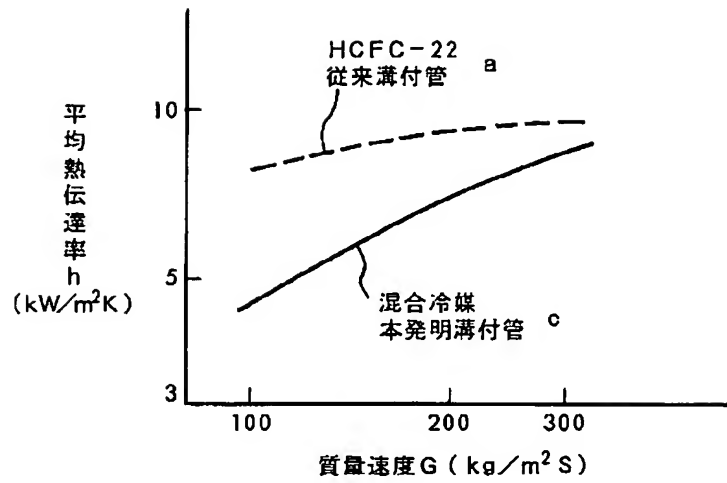
【図21】

図 21



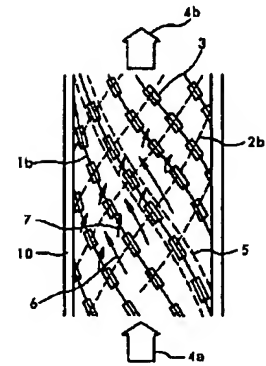
【図9】

図 9



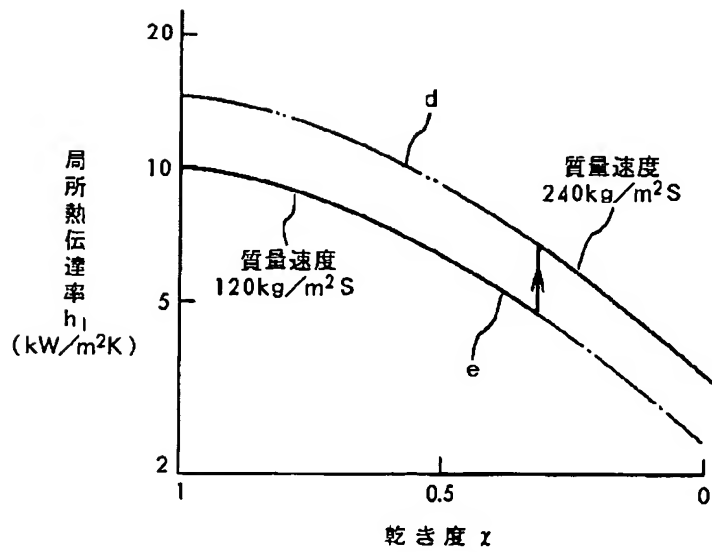
【図19】

図 19



【図10】

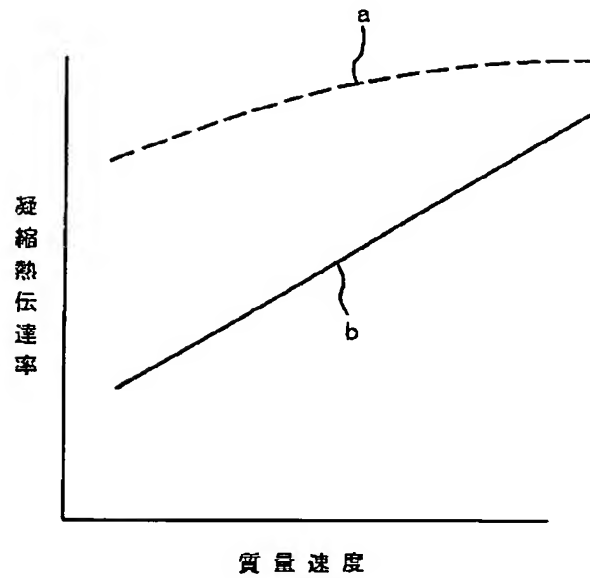
図 10





【図14】

図 14



---

フロントページの続き

(72)発明者 工藤 光夫  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72)発明者 大谷 忠男  
茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線  
株式会社システムマテリアル研究所内